http://kucon.lib.ku.ac.th/FullText/KC4806033.pdf

การเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอในผลิตภัณฑ์หมูยอ

Supplementation of Fiber from Pomelo Albedo in Moo-Yaw

วันเพ็ญ แสงทองพินิจ[1]

Wanpen Saengthongpinit[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการเติมเปลือกส้มโอส่วนขาวลงในหมูยอ โดยใช้เปลือกส้มโอส่วนขาวสองประเภทด้วยกันคือเปลือกส้มโอดิบและเปลือกส้มโอต้มนาน 5 นาที โดยนำเปลือกส้มโอเติมลงในหมูยอปริมาณร้อยละ 0 2.5 5 7.5 และ 10 ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีพบว่าหมูยอมีปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.20 ถึง 1.88 ตามปริมาณเปลือกส้มโอที่เติมลงไป ปริมาณไขมันลดลง หมูยอที่เติมเปลือกส้มโอดิบเกิดการหืนได้ช้ากว่าหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอต้ม ด้านกายภาพพบว่าการเติมเปลือกส้มโอช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิต (cooked yield) หมูยอที่เติมเปลือกส้มโอดิบและเปลือกส้มโอต้มที่ร้อยละ 2.5 และ 7.5 มีความแข็ง (hardness) และพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยว (chewiness) สูงขึ้น แต่เมื่อเติมเปลือกร้อยละ 10 ความแข็ง และแรงที่ใช้ในการเคี้ยวจะมีแนวโน้มลดลง การเติมเปลือกส้มโอทำให้หมูยอมีสีซีดลงเล็กน้อย การทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอดิบที่ร้อยละ 2.5 และหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอต้มไม่เกินร้อยละ 7.5 มีการยอมรับใกล้เคียงกับสูตรควบคุม

ABSTRACT

The objective of this research was to study the effect of adding pomelo albedo into Moo-yaw. Two types of albedo (raw and 5-min cooked) with five concentrations (0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%) were added into Moo-yaw. The addition of albedo into Moo-yaw resulted in the increase of fiber content (0.20% to 1.88%) and decrease of fat content. Raw albedo was found to be more effective retarded rancidity oxidation in Moo-yaw than cooked albedo. Physically, adding albedo helped to increase cooked yield. It's also found that adding 2.5-7.5% of raw and/or cooked albedo caused increase of hardness and chewiness of Moo-yaw while adding 10% reduced its hardness and chewiness. Formulated Moo-Yaw also appeared to be lighter in colour (L^*). The formulation with 2.5% raw albedo; 2.5%, 5% and 7.5% cooked albedo gave sensory properties similar to control.

Key Words: albedo, meat emulsion, pomelo, fiber

W. Saengthongpinit: **wpetchson@yahoo.com**

[1] โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

Food Science and TechnologyProgram, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajhabhat University

คำนำ

ส้มโอเป็นผลไม้ที่นิยมบริโภคกันมากทั้งในและนอกประเทศ โดยบริโภคเฉพาะส่วนเนื้อ จากการสอบถามข้อมูลจากบริษัท กำแพงแสน คอมเมอร์เชียล จำกัด ในปี 2550 มีการส่งออกส้มโอแกะเนื้อตลอดทั้งปี ประมาณ 1.2 ตันต่อสัปดาห์ ซึ่งมีส่วนเปลือกเหลือทิ้งประมาณ 0.3 ตันต่อสัปดาห์ เปลือกพืชตระกูลส้มเป็นแหล่งใยอาหารที่มีคุณภาพดีเหมาะสำหรับนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากมีสัดส่วนของใยอาหารที่ละลายน้ำและใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำใกล้เคียงกับ 1:2 มีสารประกอบไบโอแอคทีพ (bioactive compounds) เช่น ฟลาโวนอยด์และวิตามินซี ที่มีคุณสมบัติเป็นสารแอนตี้ออกซิแดนท์ (antioxidant) ช่วยเพิ่มน้ำหนักหลังการหุงต้ม (cooking yield) ของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ลดต้นทุน ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส เนื่องจากใยอาหารสามารถอุ้มน้ำและจับไขมัน (Cofrades และคณะ, 2000; Garau และคณะ,2007; Marín และคณะ, 2007) สุกัญญาและคณะ (2551) พบว่าเปลือกส้มโอมีใยอาหารร้อยละ 64 น้ำหนักแห้ง มีสัดส่วนของใยอาหารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ 1:1.1

การบริโภคอาหารที่มีไขมันสูง และใยอาหารต่ำมีความสัมพันธ์กับภาวะของโรคเรื้อรัง (chronic diseases) เช่น โรคมะเร็งลำไส้ โรคอ้วน โรคเส้นเลือดอุดตันเป็นต้น ผลสำรวจสุขภาพคนไทยอายุ 30 ปีขึ้นไป พบว่าคนอ้วนเพิ่มจากร้อยละ 20 ในปี 2534 เพิ่มเป็นร้อยละ 35 ในปี 2547 และล่าสุดองค์การอนามัยโลก (WHO) คาดว่าในปี 2558 จะมีคนไทยอายุ 30 ปีขึ้นไป เป็นโรคอ้วนเพิ่มเป็นร้อยละ 46 หรือไม่น้อยกว่า 21 ล้านคน สถิติล่าสุดพบว่า คนไทยเสียชีวิตจากโรคมะเร็งถึงปีละกว่า 50,000 ราย โดยที่มะเร็งลำไส้ขึ้นมาเป็นอันดับ 3 มีคนเป็นโรคเบาหวานที่รู้ตัวกว่า 3 ล้านราย และกว่า 10 ล้านรายมีอัตราเสี่ยงสูง (กระทรวงสาธารณสุข, 2550)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการนำเปลือกส้มโอมาใช้เป็นแหล่งใยอาหารในผลิตภัณฑ์หมูยอ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภค มีไขมันปริมาณสูงแต่มีใยอาหารต่ำ การเติมเปลือกส้มโอจะทำให้หมูยอมีพลังงานลดลง มีใยอาหารเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบ และมีการนำมาใช้ประโยชน์ให้มากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมเปลือกส้มโอ

ส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งเฉพาะส่วนเปลือกสีขาว (albedo) โดยใช้เปลือกส้มโอดิบบดให้มีขนาด 4.5 มม. และเปลือกส้มโอต้มในน้ำเดือด 5 นาที โดยใช้เปลือกส้มโอต่อน้ำในอัตราส่วน 1:5 บีบน้ำออกและบดให้มีขนาด 4.5 มม. บรรจุถุงสุญญากาศแล้วนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เมื่อจะใช้จึงนำมาละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ปริมาณความชื้น เส้นใย เถ้า ความเป็นกรดด่าง ตามวิธี AOAC (2000) วัดคุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ สี

2. การทำหมูยอ

หมูยอใช้สูตรของกรมปศุสัตว์เป็นสูตรควบคุมโดยใช้เนื้อแดงร้อยละ 77 ไขมันร้อยละ 23 และส่วนผสมอื่นๆ คิดเป็นร้อยละของปริมาณเนื้อสัตว์ทั้งหมดได้แก่ เกลือ พริกไทยป่น น้ำตาล อย่างละร้อยละ 1.23 น้ำแข็งร้อยละ 7.69 ผงชูรสร้อยละ 0.15 ฟอสเฟตร้อยละ 0.15 น้ำปลาร้อยละ 1.54 และแป้งมันร้อยละ 3.08 เป็นสูตรควบคุม สำหรับหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอดิบ และเปลือกส้มโอต้มจะเติมเปลือกส้มโอในปริมาณร้อยละ 2.5 5 7.5 และ 10

การผลิตหมูยอโดยนำเนื้อหมูผสมเกลือและแช่เย็น 3 ชั่วโมง นำมาสับผสมควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 3 นาที จากนั้นใส่ส่วนผสมอื่นๆ และเปลือกส้มโอ สับให้เป็นเนื้อเดียวกัน บรรจุ

ส่วนผสม (batter) ในไส้เทียม (fibrous casing) ซึ่งยอมให้น้ำผ่านได้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 120 มม. นำไปต้มที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส จนกระทั่งอุณหภูมิจุดกึ่งกลางหมูยอเท่ากับ 72 องศาเซลเซียส ทำให้เย็นทันที

3. การวิเคราะห์คุณภาพหมูยอ

หมูยอเสริมใยอาหารและสูตรควบคุมนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใย ความเป็นกรดด่าง ตามวิธี AOAC (2000) และการหืนของผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยา oxidative rancidity (thiobarbituric acid; TBA) ตามวิธีของ Pearson (1976) โดยการเก็บตัวอย่างในถุงโพลิเอทธิลีน เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน วิเคราะห์ทางกายภาพ ได้แก่การสูญเสียน้ำหนักหลังการต้มสุก (cooked loss) และปริมาณผลผลิต (cooked yield) ตามวิธีของ Hughes และคณะ (1997) วิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง texture analyzer ด้วยวิธีการทดสอบแบบ texture Profile analysis (TPA) ใช้หัววัดทรงกระบอกตัน No. P/50 ตัดหมูยอให้มีขนาด 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยวัดค่าความแข็ง (hardness) การคืนตัว (springiness) แรงยึดเกาะ (cohesiveness) และแรงที่ใช้ในการเคี้ยว (chewiness) การวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (Hunter Lab) โดยวัดค่าความสว่างหรือความเข้มของสี (*L**) ค่าสีแดง (*a**) และค่าสีเหลือง (*b**)

วางแผนการทดลองแบบการสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างระดับของปัจจัยหลักได้แก่ ชนิดและปริมาณของเปลือกส้มโอที่เติมลงไป โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

4. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน โดยทดสอบความชอบ (preference test) ให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 คะแนน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (RCBD) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระดับของปัจจัยหลักได้แก่ ชนิดและปริมาณของเปลือกส้มโอที่เติมลงไป โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของเปลือกส้มโอ

คุณสมบัติทางเคมีและทางเคมีกายภาพของเปลือกส้มโอดิบ และต้ม (ตารางที่ 1) พบว่าเปลือกต้มมีความชื้นมากกว่าเปลือกดิบเนื่องจากในการต้มเปลือกส้มโอดูดซับน้ำเอาไว้ ปริมาณเส้นใยและเถ้าในเปลือกส้มโอดิบมี

Table 1 Chemical and physicochemical properties of pomelo albedo (mean ± s.d.)

	Type of pomelo albedo	
	Raw	5-min Cooked
Moisture (% wb)	77.32±0.47[a]	80.11±0.43[b]
Ash (% wb)	1.95±0.14[b]	1.39±0.11[a]
Fiber (% wb)	26.89±0.33[b]	20.51±0.27[a]
pH	5.45±0.01[a]	5.72±0.05[b]
*L**	67.34±0.09[a]	74.37±0.12[b]
*a**	-2.38±0.11[b]	-2.23±0.05[a]
*b**	27.07±0.04[b]	23.53±0.22[a]

[a,b] Means within a row with different letters are significantly different ($P < 0.05$) by DMRT

ปริมาณสูงกว่าในเปลือกส้มโอต้ม เนื่องจากการต้มทำให้สูญเสียใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำได้เช่นเพคตินและแร่ธาตุในเปลือกส้มโอ (Marín และคณะ, 2007) เปลือกส้มโอต้มมีพีเอชสูงกว่าเปลือกส้มโอดิบ เนื่องจากการต้มทำสูญเสียกรดอินทรีย์ (Fernández Ginés และคณะ, 2004) เปลือกส้มโอต้มจะมีสีซีดลง หรือมีค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น ค่าสีแดง (a^*) และ ค่าสีเหลือง (b^*) ลดลง ทั้งนี้ Fernández Ginés และคณะ (2004) กล่าวว่าปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดการเจือจางของสีที่มีอยู่ในเปลือกจึงทำให้ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองลดลง สุกัญญา และคณะ (2551) พบว่าเปลือกส้มโอที่ผ่านการต้มจะมีใยอาหารที่ละลายน้ำลดลงและมีใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำเพิ่มมากขึ้น

2. องค์ประกอบทางเคมีของหมูยอ

หมูยอเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอดิบและเปลือกส้มโอต้มที่ระดับร้อยละ 2.5 5 7.5 และ 10 ของปริมาณเนื้อสัตว์ มีองค์ประกอบทางเคมีดังตารางที่ 2 พบว่าความชื้นเพิ่มขึ้นตามปริมาณเปลือกที่เติม หมูยอที่เติมเปลือกส้มโอดิบจะมีความชื้นสูงกว่าหมูยอที่เติมเปลือกต้มที่ปริมาณเท่ากัน ถึงแม้ว่าในเปลือกส้มโอต้มจะมีความชื้นสูงกว่าเปลือกส้มโอดิบ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการต้มหมูยอน้ำที่อยู่ในเนื้อสัตว์จะออกมาจากโครงสร้างของเนื้อสัตว์ (meat matrix) น้ำที่ออกมาจะถูกใยอาหารประเภทเพคตินที่มีอยู่มากในเปลือกส้มโอดิบดูดซับน้ำเอาไว้ได้มากกว่าเปลือกส้มโอต้ม (Fernández Ginés และคณะ, 2004) การเติมเปลือกส้มโอทำให้สัดส่วนของไขมันลดลงแต่การที่หมูยอที่เติมเปลือกส้มโอต้มมีไขมันสูงกว่าหมูยอที่เติมเปลือกดิบ Marín และคณะ (2007) อธิบายว่าเปลือกของพืชตระกูลส้มดิบมีเพคตินอยู่จึงทำให้มีดูดซับน้ำได้ดีส่วนเปลือกที่ผ่านการต้มมีใยอาหารพวกเซลลูโลสอยู่มากจึงทำให้ดูดซับไขมันได้ดี ปริมาณเส้นใย เถ้า และปริมาณโปรตีนในหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเปลือกที่เติมลงไป ปริมาณโปรตีนของหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอสูงกว่าสูตรควบคุม เนื่องจากเส้นใยมีลักษณะคล้ายร่างแหและมีเพคตินอยู่จึงดูดซับสารละลายโปรตีนเอาไว้ไม่ให้สูญเสียไปจากการต้ม (Fernández Ginés และคณะ, 2004) ค่าพีเอชของหมูยอไม่มีความแตกต่างกัน

Table 2 Chemical composition of Moo-Yow formulated with different types (raw and cooked) and amount of pomelo albedo (2.5, 5, 7.5 and 10%) (mean ± s.d.)

sample	Moisture (%)	Fat (%)	Fiber (%)	Ash (%)	Protein (%)	pH[ns]
Control	69.42±0.30[a]	13.87±0.31[h]	0.02±0.1[a]	0.99±0.03[a]	13.76±0.38[a]	6.03±0.02
Raw 2.5%	71.12±0.32[c]	10.70±0.44[d]	0.25±0.02[b]	1.04±0.02b[c]	14.36±0.28[b]	6.03±0.01
Raw 5%	72.45±0.37[d]	10.03±0.12[c]	0.45±0.13[c]	1.08±0.03[c]	14.61±0.18[bc]	6.00±0.02
Raw 7.5%	72.86±0.35[e]	9.70±0.24[b]	1.33±0.08[e]	1.12±0.03[d]	14.90±0.15[de]	6.01±0.05
Raw 10%	73.28±0.27[f]	9.32±0.21[a]	1.88±0.17[g]	1.17±0.02[f]	15.10±0.09[e]	6.01±0.02
Cooked 2.5%	69.17±0.59[a]	11.92±0.28[g]	0.20±0.02[b]	1.03±0.02[b]	14.54±0.15[bc]	6.03±0.02
Cooked 5%	70.63±0.32[b]	11.55±0.16[f]	0.28±0.04[b]	1.06±0.02[c]	14.66±0.18[cd]	6.02±0.02
Cooked 7.5%	70.97±0.44[bc]	11.33±0.13[ef]	1.07±0.15[d]	1.10±0.02[d]	14.73±0.13[cd]	6.00±0.05
Cooked 10%	71.32±0.22[d]	11.12±0.13[e]	1.50±0.16[f]	1.14±0.01[e]	15.05±0.50[f]	6.02±0.03

[a,b,c,d,e,f,g, h] Means within a column with different letters are significantly different ($P < 0.05$) by DMRT

[ns] Means within the same column are not significant difference ($P < 0.05$) by DMRT

การหืนของหมูยอดังตารางที่ 3 พบว่าเมื่อเก็บหมูยอไว้นานขึ้นค่าทีบีเอจะสูงขึ้น และค่าการหืนของหมูยอขึ้นอยู่กับชนิดของเปลือกที่เติมลงไป โดยที่หมูยอที่เติมเปลือกส้มโอดิบจะมีการหืนต่ำกว่าหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอต้ม เนื่องจากเปลือกดิบมีสารแอนตี้ออกซิแดนท์และการต้มเปลือกทำให้ประสิทธิภาพการต้านการหืนลดลง (Garau และคณะ 2007; Marín และคณะ, 2007 และสุกัญญา และคณะ, 2551) Aleson-Carbonell และคณะ (2005) พบว่าเบอเกอร์ที่เติมเปลือกเลมอนดิบมีค่าการหืนต่ำกว่าเบอเกอร์ที่เติมเปลือกเลมอนต้ม

Table 3 Thiobarbituric acid (TBA) value of Moo-Yow which storage at 4°C for 12 days (mg malonadehyde/ kg sample) (mean ± s.d.)

sample	Storage time (day)			
	0[NS]	4	8	12
Control	0.61±0.00[a]	0.83±0.00[b,E]	0.94±0.00[c,F]	1.05±0.00[d,G]
Raw 2.5%	0.60±0.00[a]	0.78±0.00[b,D]	0.85±0.00[c,DE]	0.93±0.00[d,E]
Raw 5%	0.59±0.00[a]	0.71±0.00[b,B]	0.79±0.00[c,C]	0.82±0.00[d,C]
Raw 7.5%	0.60±0.00[a]	0.67±0.00[b,AB]	0.72±0.00[c,B]	0.78±0.00[d,B]
Raw 10%	0.60±0.00[a]	0.65±0.00[b,A]	0.69±0.00[c,A]	0.74±0.00[d,A]
Cooked 2.5%	0.61±0.00[a]	0.81±0.00[b,E]	0.89±0.00[c,E]	1.00±0.00[d,F]
Cooked 5%	0.60±0.00[a]	0.79±0.00[bc,D]	0.86±0.00[cd,DE]	0.92±0.00[d,E]
Cooked 7.5%	0.60±0.00[a]	0.76±0.00[b,C]	0.83±0.00[c,D]	0.91±0.00[d,E]
Cooked 10%	0.59±0.00[a]	0.70±0.00[b,B]	0.80±0.00[c,C]	0.88±0.00[d,D]

[a,b,c,d] Means within a row with different letters are significantly different ($P < 0.05$) by DMRT

[A,B,C,D,E.F.G] Means within a column with different letters are significantly different ($P < 0.05$) by DMRT

[NS] Means within the same column are not significant difference ($P < 0.05$) by DMRT

3. คุณสมบัติทางกายภาพของหมูยอ

หมูยอที่มีการเติมเปลือกส้มโอไม่สูญเสียน้ำหนักหลังจากการต้ม (cooked loss) ปริมาณผลผลิตที่ได้ (cooked yield) เพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณผลผลิตผลิตอยู่ระหว่าง 100.95 ถึง 101.49 ในขณะที่หมูยอสูตรควบคุมมีปริมาณผลผลิตอยู่ที่ร้อยละ 100.45 เนื่องจากใยอาหารจากเปลือกส้มมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำ และไขมัน (Marín และคณะ, 2007) ผลการวิเคราะห์ค่าสี (ตารางที่ 4) พบว่าชนิดและปริมาณของเปลือกส้มโอที่เติมลงในหมูยอมีผลทำให้หมูยอมีสีซีดหรือค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น ค่าความสว่างของหมูยอจะเพิ่มขึ้นเมื่อเติมเปลือกส้มโอปริมาณมากขึ้น (Fernández Ginés และคณะ 2004; Aleson-Carbonell และคณะ,2005) หมูยอที่เติมเปลือกส้มโอดิบและหมูยอที่เติมเปลือกต้มค่าสีเหลือง(b^*)ไม่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่า เปลือกส้มโอมีค่าสีเหลืองสูง (ตารางที่ 1) เนื่องจากระบบอิมัลชันของไส้กรอกได้ปกปิดสีเหลืองของเปลือกส้ม (Fernández Ginés และคณะ, 2004) ค่าสีแดง (a^*) ของหมูยอพบว่าการเติมเปลือกส้มโอดิบในหมูยอทำให้ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น การเติมเปลือกส้มโอต้มทำให้ค่าสีแดงลดลง ค่าสีแดงของหมูยอมีความสัมพันธ์กับค่า TBA หมูยอที่เติมเปลือกดิบมีค่า TBA ต่ำจะมีค่าสีแดงสูง ส่วนหมูยอที่เติมเปลือกต้มมีค่า TBA สูง จะมีค่าสีแดงต่ำ เนื่องจากสารประกอบเปอร์ออกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันจะไปฟอกจางสีทำให้สีจางลง (Aleson-Carbonell และคณะ, 2005)

Table 4 Effect of pomelo albedo addition on the color properties of Moo-Yaw (mean ± s.d.)

sample	*L**	*a**	*b**
Control	70.66±1.92[a]	2.43±0.30[bc]	16.79±1.07[c]
Raw 2.5%	72.04±1.90[bc]	2.54±0.17[c]	16.38±0.51[ab]
Raw 5%	71.93±0.71[bc]	2.77±0.40[de]	16.03±0.71[a]
Raw 7.5%	70.48±0.33[a]	3.10±0.45[e]	16.77±0.62[c]
Raw 10%	72.54±1.94[bc]	2.74±0.14[d]	16.79±0.62[bc]
Cooked 2.5%	71.68±3.61[b]	2.50±0.31[c]	16.22±0.64[a]
Cooked 5%	72.53±1.09[bc]	2.40±0.31[bc]	17.57±0.55[d]
Cooked 7.5%	72.83±1.73[c]	2.35±0.33[b]	17.34±0.40[d]
Cooked 10%	72.34±0.40[bc]	2.20±0.39[ab]	16.96±0.56[c]

[a,b,c,d, e] Means within a column with different letters are significantly different ($P < 0.05$) by DMRT

ลักษณะเนื้อสัมผัสของหมูยอสูตรควบคุมและหมูยอเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอ (ตารางที่ 5) พบว่าหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอดิบ และหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอต้มที่ร้อยละ 2.5 ถึง ร้อยละ 7.5 ค่าความแข็งไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม การเติมเปลือกส้มโอร้อยละ 2.5 และ 5 ความแข็งมีแนวโน้มสูงกว่าสูตรควบคุม แต่เมื่อเติมเปลือกร้อยละ 10 ทำให้ค่าความแข็งมีแนวโน้มลดลง ค่าการคืนตัว (springiness) หรือความยืดหยุ่นของหมูยอไม่แตกต่างกันทางสถิติ ค่าการเกาะตัว (cohesiveness) พบว่าหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอดิบและหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอต้มทำให้ค่าการเกาะตัวลดลง โดยมีแนวโน้มว่าหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอต้มจะมีค่าการเกาะตัวต่ำกว่าหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอดิบ หมูยอที่เติมเปลือกส้มโอดิบและหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอต้ม มีค่าพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อเติมเปลือกเพิ่มขึ้น

Table 5 Effect of pomelo albedo addition on the textural properties of Moo-Yaw (mean ± s.d.)

Sample	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
Control	4449±621[bc]	0.90±0.05[b]	0.70±0.07[c]	2861±657[cd]
Raw 2.5%	5190±1117[d]	0.90±0.05[b]	0.66±0.09[bc]	3191±1125[d]
Raw 5%	5001±1208[bcd]	0.87±0.03[ab]	0.64±0.12[bc]	2927±1103[cd]
Raw 7.5%	4379±722[bc]	0.88±0.04[b]	0.66±0.08[bc]	2600±723[bcd]
Raw 10%	3710±854[a]	0.82±0.17[a]	0.67±0.09[c]	2117±850[ab]
Cooked 2.5%	4555±468[bc]	0.90±0.05[b]	0.63±0.12[abc]	2603±691[bcd]
Cooked 5%	4888±979[bcd]	0.89±0.05[b]	0.66±0.12[bc]	2982±1090[d]
Cooked 7.5%	4267±821[b]	0.88±0.04[b]	0.58±0.13[b]	2282±911[abc]
Cooked 10%	3726±811[a]	0.86±0.04[a]	0.56±0.12[a]	1850±726[a]

[a,b,c,d] Means within a column with different letters are significantly different ($P < 0.05$) by DMRT

4. **การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของหมูยอเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอ**

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของหมูยอสูตรควบคุม และหมูยอเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอ (ตารางที่ 6) สีของหมูยอสูตรควบคุมและหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอดิบและต้มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทางด้านกลิ่นพบว่าหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอคะแนนความชอบด้านกลิ่นจะลดลง ตามปริมาณเปลือกส้มโอที่เติมลงไปเนื่องจากมีกลิ่นเครื่องเทศน้อย ทางด้านรสชาติพบว่าหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอดิบที่ระดับไม่เกินร้อยละ 2.5 และหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอต้มไม่เกินร้อยละ 7.5 มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม การเติมเปลือกส้มโอในปริมาณที่มากทำให้มีรสขม ทางด้านความแน่นเนื้อพบว่าหมูยอที่มีการเติมเปลือกส้มโอดิบไม่เกินร้อยละ 2.5 และที่เติมเปลือกส้มโอต้มไม่เกินร้อยละ 7.5 มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม เมื่อเติมในปริมาณที่มากขึ้นความแน่นเนื้อลดลงซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดเนื้อสัมผัส ทางด้านความชุ่มน้ำพบว่าหมูยอที่มีการเติมเปลือกส้มโอส่วนขาวไม่เกินร้อยละ 5 ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม ส่วนหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอต้มทุกระดับไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม

Table 6 Effect of pomelo albedo addition on the sensory properties of Moo-Yaw (mean $\pm$ s.d.)

Sample	Sensory properties					
	Colour	Ordour	Taste	Firmness	Juiciness	Overall acceptability
Control	6.09±0.74^{ab}	6.69±0.92^{c}	6.78±1.02^{c}	6.70±1.08^{d}	5.97±1.10^{c}	6.65±1.11^{c}
Raw 2.5%	6.67±0.84^{b}	5.50±1.27^{b}	6.47±1.68^{c}	6.17±1.02^{cd}	5.80±1.30^{c}	6.43±1.22^{c}
Raw 5%	6.43±1.10^{b}	5.50±1.27^{b}	4.47±1.78^{a}	5.63±1.06^{c}	5.60±0.77^{c}	5.13±1.22^{b}
Raw 7.5%	5.67±1.06^{c}	4.10±0.74^{a}	3.83±1.44^{a}	5.03±1.27^{b}	5.00±1.29^{b}	4.37±1.45^{ab}
Raw 10%	5.90±1.09^{a}	3.83±0.75^{a}	3.03±1.47^{a}	4.30±1.44^{a}	4.23±1.30^{a}	3.13±1.28^{a}
Cooked 2.5%	6.37±0.84^{b}	6.67±0.96^{c}	6.73±1.01^{c}	6.70±1.06^{d}	6.20±0.89^{c}	6.70±1.15^{c}
Cooked 5%	6.53±0.90^{b}	5.50±1.27^{b}	6.60±0.81^{c}	6.27±0.69^{cd}	5.87±0.90^{c}	6.50±0.78^{c}
Cooked 7.5%	6.57±1.00^{b}	4.10±0.74^{b}	6.61±1.29^{c}	6.00±1.22^{cd}	6.14±1.15^{c}	6.43±1.10^{c}
Cooked 10%	6.37±0.96^{b}	3.83±0.75^{a}	5.93±1.26^{b}	5.13±1.36^{b}	5.63±1.12^{bc}	5.40±1.54^{b}

^{a,b,c,d} Means within a column with different letters are significantly different ($P < 0.05$) by DMRT

การยอมรับโดยรวม พบว่าหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอดิบไม่เกินร้อยละ 2.5 และหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอต้มไม่เกินร้อยละ 7.5 มีคะแนนการยอมรับรวมไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ผู้วิจัยพบว่าการยอมรับที่แตกต่างกันนั้นเนื่องมาจากรสขมเป็นสำคัญ จึงแก้ปัญหารสขมโดยการต้มเปลือกส้มโอให้นานขึ้นเป็น 10 นาที แล้วนำเปลือกส้มโอที่ต้ม 10 นาที มาใช้เติมลงในหมูยอปริมาณร้อยละ 10 พบว่าคะแนนความชอบทางด้าน สี ความแน่นเนื้อ และการยอมรับรวมการยอมรับไม่แตกต่างจากหมูยอสูตรควบคุมยกเว้นด้านกลิ่นของเครื่องเทศ (ไม่ได้แสดงข้อมูล)

สรุป

เปลือกส้มโอต้มมีความขื้นมากกว่าเปลือกส้มโอดิบ การต้มทำให้สูญเสียใยอาหารที่ละลายน้ำได้ กรดและคุณสมบัติต้านการเกิดออกซิเดชัน การเติมเปลือกส้มโอทำให้หมูยอมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น มีปริมาณไขมันลดลง หมูยอที่เติมเปลือกส้มโอดิบช่วยชะลอการหืนได้ดีกว่าหมูยอที่เติมเปลือกส้มโอต้ม สีแดงของหมูยอมี

ความสัมพันธ์กับค่า thiobarbituric acid (TBA) ปริมาณเปลือกส้มโอที่เหมาะสม พิจารณาจากคุณภาพทางเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมทางประสาทสัมผัส พบว่าถ้าเลือกใช้เปลือกส้มโอดิบจะใช้ได้ร้อยละ 2.5 เปลือกส้มโอที่ต้มนาน 5 นาทีจะใช้ได้ร้อยละ 7.5 แต่ถ้าใช้เปลือกที่ต้มนาน 10 นาที จะใช้ได้ร้อยละ 10

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท วิกกี้ เอนเตอร์ไพรซ์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ไส้เทียม และฟอสเฟต บริษัท กำแพงแสนคอมเมอร์เชียล จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เปลือกส้มโอ และสำนักวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2550. โรคอ้วนระบาดสังคมไทย. กระทรวงสาธารณสุขเตือนระวัง. แหล่งที่มา: http://www.thaihealth.or.th/cms/detail.php?id=5280, 14 กุมภาพันธ์ 2551.

สุกัญญา คงคำ, สุวิมล โพธิ์สีทอง, เสาวนีย์ บุษราคัมกุล และวันเพ็ญ แสงทองพินิจ. 2551. การผลิตใยอาหารจากเปลือส้มโอเพื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร. โครงการวิจัยและพัฒนาวิสาหกิจสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี (EnPus) ปีการศึกษา 2550.

Aleson-Carbonell, L. and J. Fernández-López. 2005. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. Innovative Food and Emerging Technologies. 6(2): 247-255.

A.O.A.C. 2000. Official methods of analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemist, Washington, D.C.

Cofrades, S., M.A. Guerra, J. Carballo, F. Fernández-Martín and F. Jiménez-Colmenero, 2000. Plasma protein and soy fiber content effect on bologna sausage properties as influenced by fat level. J Food Sci. 65: 281–287.

Fernández-Ginés, J. M., J. Fernández-López, E. Sayas-Barberá, E. Sendra and J. A. Pérez-Álvarez. 2004. Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. Meat Sci. 67: 7-13.

Garau, M.C., S. Simal, C. Rosselló and A. Femenia. 2007. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fiber and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v.Canoneta) by-products. Food Chem. 104:1014-1024.

Hughes, E., S. Cofrades and D.J. Troy. 1997. Effect of fat level, oat fiber and carragenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. Meat Sci. 45:273-281.

Marín, F.R., C. Soler-Rivas, O. Benavente-García, J. Castillo and J.A. Pérez-Alvarez. 2007. By-products from different citrus processes as a source of customized functional fibers. Food Chem. 100(2): 736-741.

Pearson, D. 1976. The chemical Analysis of Foods. 7th ed., Churchill Livingston, London.